

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-142739

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 15/20
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20
13/18

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-319196

(22) 出願日 平成9年(1997)11月6日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 佐藤 治夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

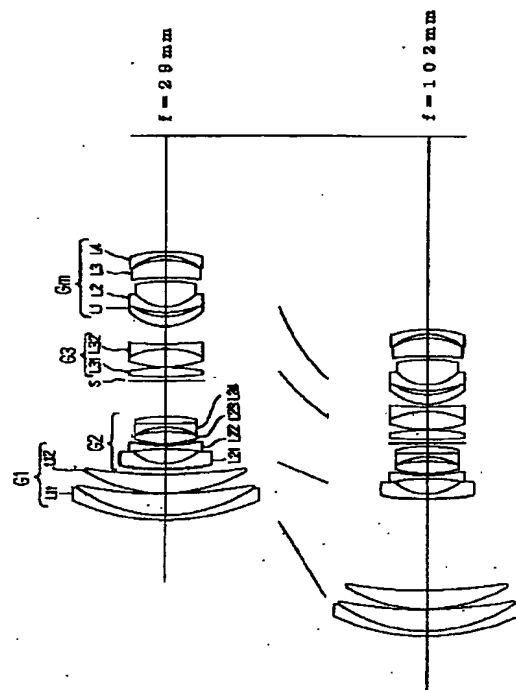
(74) 代理人 弁理士 井上 義雄

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 小径・小型であり、コストパフォーマンスに優れ、製造容易な変倍比3.5～3.8倍程度で、かつ高性能なズームレンズを提供すること。

【解決手段】 物体側から順に、正第1レンズ群と、負第2レンズ群と、少なくとも1つのレンズ群を有し正屈折力のレンズ群G_mとを含み、第1と第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズにおいて、レンズ群G_mは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ成分L₁と、物体側に凸面を向け負レンズと正レンズの接合からなる接合正レンズ成分L₂と、正レンズ成分L₃と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ成分L₄とを有し、正メニスカスレンズ成分L₁と接合正レンズ成分L₂との間には物体側に凸なメニスカスの空気レンズを有し、かつ前記正レンズ成分L₃と前記負レンズ成分L₄の間には像側に凸なメニスカスの空気レンズを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、少なくとも 1 つのレンズ群を有し正屈折力のレンズ群 G m とを含み、前記レンズ群 G 1 と前記第 2 レンズ群 G 2 との空気間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズにおいて、

前記レンズ群 G m は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ成分 L 1 と、物体側に凸面を向け負レンズと正レンズの接合からなる接合正レンズ成分 L 2 と、正レンズ成分 L 3 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ成分 L 4 とを有し、

前記正メニスカスレンズ成分 L 1 と前記接合正レンズ成分 L 2 との間には物体側に凸面を向けたメニスカス形状からなる空気レンズを有し、かつ前記正レンズ成分 L 3 と前記負レンズ成分 L 4 との間には像側に凸を向けたメニスカス形状からなる空気レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 前記正メニスカスレンズ成分 L 1 の像側の面の曲率半径を R a とし、

前記接合正レンズ成分 L 2 の物体側の面の曲率半径を R b としたとき、

$$0 < (R b - R a) / (R b + R a) \leq 1 \quad (1)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 3】 前記正メニスカスレンズ成分 L 1 の物体側の面の曲率半径を R 1、前記正メニスカスレンズ成分 L 1 の像側の面の曲率半径を R a としたとき、

$$0 < (R a - R 1) / (R a + R 1) \leq 1 \quad (2)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記正レンズ成分 L 3 の像側の面の曲率半径を R c、前記負レンズ成分 L 4 の物体側の面の曲率半径を R d としたとき、

$$-1 \leq (R d - R c) / (R d + R c) < 0 \quad (3)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載のズームレンズ。

【請求項 5】 前記接合正レンズ成分 L 2 中の物体側の負レンズの d 線 ($\lambda = 587.56 \text{ nm}$) に対する屈折率を n 凹、

前記接合正レンズ成分 L 2 中の像側の正レンズの d 線に対する屈折率を n 凸としたとき、

$$n \text{ 凸} < n \text{ 凹} \quad (4)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 記載のズームレンズ。

【請求項 6】 前記正メニスカスレンズ成分 L 1 の最も像側の面から前記接合正レンズ成分 L 2 の最も物体側の面までの光軸上の距離を d 1 2 とし、前記接合正レンズ成分 L 2 の最も像側の面から前記正レンズ成分 L 3 の最も物体側の面までの光軸上の距離を d 2 3 とし、

前記正レンズ成分 L 3 の最も像側の面から前記負レンズ成分 L 4 の最も物体側の面までの光軸上の距離を d 3 4 としたとき、

$$0.1 < d 1 2 / d 3 4 < 7 \quad (5)$$

$$0.01 < d 2 3 / d 3 4 < 5 \quad (6)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は小型軽量でコストパフォーマンスに優れ、製造組み立てが比較的容易なズームレンズ、特にコンパクトな標準ズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、広角を含み、かつズーム比が 3～4 倍のいわゆる標準ズームレンズは小型化と低コスト化の一途をたどり、カメラボディに装着されたまま持ち運ばれる場合が非常に多くなっている。このため、標準ズームレンズは小型で軽量、かつ充分な結像性能を有し、さらに安価であることが必須の条件になっている。かかる条件を満足するにはズームレンズの各レンズ群を強いパワーで構成し、かつ各レンズ群を出来る限り薄肉化する必要がある。薄肉化のためにレンズ枚数を軽減するには、非球面レンズを導入するのが効果的である。近年、非球面レンズが安価で生産できるようになり、例えば、特開平 8-248319 号公報に開示されるようなパワー配置が正負正正、正負負正である 4 群ズームレンズの第 2 群、第 4 群等に非球面レンズを使用する例が増えている。また、該非球面は正負正負正などの 5 群以上のズームレンズの後群などに使用することも可能であり、同様の薄肉化の効果が期待できる。さらに、非球面を使用せずに、標準ズームレンズの小型化と小径化を試みた例に、特公平 4-40689 号公報、特公昭 61-60418 号公報、特公平 1-46044 号公報、特開昭 62-270910 号公報、特開平 6-337354 号公報等に開示されたズームレンズがある。

【0003】

【本発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平 8-248319 号公報に開示されたズームレンズに代表される正負正正 4 群ズームレンズにおいては、4 群中の非球面レンズの加工が比較的難しく、また鏡筒組み込み時の偏心精度、空気間隔精度が厳しく、設計性能を十分維持したまま製造することが難しいという問題がある。また、組み立て調整にかかるコストも増加してしまうため、非球面レンズの採用によるレンズ枚数の軽減のコスト面での効果が相殺されてしまう傾向がある。

【0004】 また、非球面を使用せずに、標準ズームレンズの小型化と小径化を試みた、特公平 4-40689 号公報、特公昭 61-60418 号公報、特公平 1-46044 号公報、特開昭 62-270910 号公報、特

開平6-337354号公報等に開示されたズームレンズは、比較的大型で、ズーム比も3倍程度のものが主流である。このため、ズーム比が大きくても大型で構成枚数も多く、光学性能も不十分である。

【0005】本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、精度的に厳しい後方レンズ群に非球面を使用せずに、小径・小型であり、少ないレンズ構成枚数で、コストパフォーマンスに優れ、製造時の難易度のより少ない、変倍比3.5～3.8倍程度で、かつ高性能なズームレンズを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、少なくとも1つのレンズ群を有し正屈折力のレンズ群Gmとを含み、前記レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との空気間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズにおいて、

【0007】前記レンズ群Gmは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ成分L1と、物体側に凸面を向け負レンズと正レンズの接合からなる接合正レンズ成分L2と、正レンズ成分L3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ成分L4とを有し、

【0008】前記正メニスカスレンズ成分L1と前記接合正レンズ成分L2との間には物体側に凸面を向けたメニスカス形状からなる空気レンズを有し、かつ前記正レンズ成分L3と前記負レンズ成分L4との間には像側に凸を向けたメニスカス形状からなる空気レンズを有することを特徴としている。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明のズームレンズは、基本的に正負正正タイプを代表とする凸先行ズームレンズの後群（マスター群）のレンズ構成を、極端に非球面レンズの効果を利用した設計方法をとること無しに、良好な性能を確保し、改良したレンズである。特に、本発明のズームレンズにおいて重要な構成は、凸レンズ先行型ズームレンズの後群（マスター群）にあたる前記レンズ群Gmに、物体側に凸面を向け、強いメニスカス形状を持つ正メニスカスレンズ成分L1を有する点と、前記正メニスカスレンズ成分L1と前記接合正レンズ成分L2との間に物体側に凸面を向けたメニスカス形状からなる空気レンズを有し、かつ前記正レンズ成分L3と前記負レンズ成分L4との間に像側に凸を向けたメニスカス形状からなる空気レンズを有する点である。かかる構成により、それぞれのレンズにおいて、高次収差を発生させ、結果的に球面収差やコマ収差の補正を良好に行なっている。

【0010】また、前記空気レンズは、レンズ群Gmの中心に向かってそれぞれ凹面を向けており、適切な形状とすることにより、非球面を使用することなく良好な収

差補正が可能になる。また、前記接合正レンズ成分L2によってベッツバール和、軸上色収差の補正を行なっている。

【0011】以上説明したように、本発明のズームレンズでは、出来るかぎり凸先行ズームレンズの後群（マスター群）を単独の対物レンズ系として、可能な限りの収差補正自由度を与えるレンズ構成を採用している。この結果、良好な収差補正が可能で、かつ製造する事の容易な多群ズームレンズが達成できている。

【0012】また、本発明のズームレンズは、以下の条件式（1）、

$$0 < (R_b - R_a) / (R_b + R_a) \leq 1 \quad (1)$$

を満足することが望ましい。

【0013】ここで、Raは前記正メニスカスレンズ成分L1の像側の面の曲率半径を、Rbは前記接合正レンズ成分L2の物体側の面の曲率半径をそれぞれ表している。

【0014】条件式（1）はレンズ群Gmの中のレンズ成分L1と前記正レンズ成分L2との間に存在する物体側に凸面を向けたメニスカス形状の空気レンズの形状の適切な範囲を規定している。本発明のズームレンズでは、後記する実施例にも示すとおり、特開平8-248319号公報に代表されるズームレンズの4群と異なり、マスターレンズ群でもあるレンズ群Gmが比較的独立して良好に収差補正を行なっており、前記の空気レンズの形状が重要な要素となる。条件式（1）の上限値を上回る場合、レンズ群Gmの中のレンズ成分L1と前記正レンズ成分L2との間の物体側に凸面を向けたメニスカス形状からなる空気レンズ（以下、「レンズ群Gmの中の物体側の空気レンズ」という）の形状が平凸形状になり、レンズ群Gmの中の物体側の空気レンズの偏角が著しく変化してしまう。この結果、球面収差の良好な補正と、各焦点距離における球面収差の変化を抑えることが困難になり好ましくない。さらに好ましくは、条件式（1）の上限値を0.6以下または0.4以下に設定すると、球面収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式（1）の上限値を0.3以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。逆に、条件式（1）の下限値を下回る場合、レンズ群Gmの中の物体側の空気レンズの形状が像側に凸形状を向けた逆向きの形状になる。このため、上限値を上回る場合と同様に、レンズ群Gmの中の物体側の空気レンズの偏角が著しく変化し、結果的に球面収差の良好な補正と、各焦点距離における球面収差の変化を抑えることが困難になり好ましくない。

【0015】また、本発明のズームレンズでは、以下の条件式（2）、

$$0 < (R_a - R_1) / (R_a + R_1) \leq 1 \quad (2)$$

を満足することが望ましい。

【0016】ここで、R1は前記正メニスカスレンズ成

分 L 1 の物体側の面の曲率半径を、R a は前記正メニスカスレンズ成分 L 1 の像側の面の曲率半径をそれぞれ表している。

【0017】条件式(2)は、前記レンズ群 G m 中の物体側に凸面を向け全体としてメニスカス形状を有するレンズ成分 L 1 の適切なベンディング形状を規定している。前記レンズ成分 L 1 は単レンズまたは接合レンズを有していても良く、接合レンズの場合、レンズ成分 L 1 全体の形状を規定することとする。前記レンズ成分 L 1 は主に球面収差、軸上色収差の補正を行っている。特に、高次の球面収差を発生させ、各焦点距離における球面収差の変動を抑えている。したがって、光軸に平行に入射する光束に対する前記レンズ成分 L 1 の各面の偏角を適切な値に設定することにより、良好な収差補正が可能になる。条件式(2)の上限値を上回る場合、前記レンズ成分 L 1 の形状が平凸形状に近づくため、像側の面の偏角が減少する方向に変化する。また、直後の空気レンズの収差補正効果も減少するために最適な高次の球面収差が発生しなくなる。この結果、各焦点距離における球面収差の変動を抑えることが困難になる。さらに好ましくは、条件式(2)の上限値を 0.6 以下に設定すると、球面収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式(2)の上限値を 0.3 以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。逆に、条件式(2)の下限値を下回る場合、前記レンズ成分 L 1 の形状が像側に凸形状を向けた逆向きの形状になってしまう。このため、上限値を上回る場合と同様に、前記レンズ成分 L 1 各面における偏角が著しく変化する。このため、球面収差の良好な補正と、各焦点距離における球面収差の変化を抑えることが困難になり好ましくない。

【0018】また、本発明のズームレンズでは、以下の条件式(3)、

$$-1 \leq (R_d - R_c) / (R_d + R_c) < 0 \quad (3)$$

を満足することが望ましい。

【0019】ここで、R c は前記正レンズ成分 L 3 の像側の面の曲率半径を、R d は前記負レンズ成分 L 4 の物体側の面の曲率半径をそれぞれ表している。

【0020】条件式(3)は、前記レンズ群 G m 中の正レンズ成分 L 3 と前記負レンズ成分 L 4 との間の像側に凸を向けたメニスカス形状からなる空気レンズの形状の適切な範囲を規定している。本発明のズームレンズでは、後記する実施例にも示すとおり、特開平 8-248319 号公報に代表されるズームレンズの 4 群と異なり、マスターレンズ群でもあるレンズ群 G m が比較的独立して良好に収差補正を行なう必要があり、前記の空気レンズの形状が重要である。条件式(3)の上限値を上回る場合、レンズ群 G m 中の正レンズ成分 L 3 と前記負レンズ成分 L 4 との間の像側に凸面を向けたメニスカス形状からなる空気レンズ(以下、「レンズ群 G m 中の像側の空気レンズ」という)の形状が物体側に凸形状

を向けた逆向きの形状になってしまう。このため、空気レンズの偏角が著しく変化し、結果的に上方コマ収差、倍率色収差をはじめとする軸外諸収差の補正が困難になる。逆に、条件式(3)の下限値を下回る場合、レンズ群 G m 中の像側の空気レンズの形状が平凸形状になってしまう。このため、空気レンズの偏角が著しく変化し、上限を上回る場合と同様に、上方コマ収差、倍率色収差をはじめとする軸外諸収差の補正が困難になる。さらに好ましくは、条件式(3)の下限値を -0.8 以下または -0.7 以下に設定すると、上方コマ収差、倍率色収差をはじめとする軸外諸収差をより良好に補正できる。また、条件式(3)の下限値を -0.6 以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0021】また、本発明のズームレンズでは、以下の条件式(4)、

$$n_{凸} < n_{凹} \quad (4)$$

を満足することが望ましい。

【0022】ここで、n 凹 は前記接合正レンズ成分 L 2 中の物体側の負レンズの d 線 ($\lambda = 587.56 \text{ nm}$) に対する屈折率を、n 凸 は前記接合正レンズ成分 L 2 中の像側の正レンズの d 線に対する屈折率をそれぞれ表している。

【0023】条件式(4)は、前記接合正レンズ成分 L 2 中の物体側の負レンズと像側の正レンズの適切な屈折率差を規定している。条件式(4)を満たさない場合、ベッツパル和が適切な値に設定できなくなり、結果的に非点収差および像面湾曲を良好に保てなくなり好ましくない。

【0024】また、本発明のズームレンズでは、以下の条件式(5)、(6)、

$$0.1 < d_{12} / d_{34} < 7 \quad (5)$$

$$0.01 < d_{23} / d_{34} < 5 \quad (6)$$

を満足することが望ましい。

【0025】ここで、d 12 は前記正メニスカスレンズ成分 L 1 の最も像側の面から前記接合正レンズ成分 L 2 の最も物体側の面までの光軸上の距離を、d 23 は前記接合正レンズ成分 L 2 の最も像側の面から前記正レンズ成分 L 3 の最も物体側の面までの光軸上の距離を、d 34 は前記正レンズ成分 L 3 の最も像側の面から前記負レンズ成分 L 4 の最も物体側の面までの光軸上の距離をそれぞれ表している。

【0026】条件式(5)は、前記レンズ成分 L 1 と前記正レンズ成分 L 2 との間の空気レンズの光軸上の厚さと、正レンズ成分 L 3 と前記負レンズ成分 L 4 との間の空気レンズの厚さの適切な比を規定している。条件式(5)の上限値を上回る場合、前記レンズ成分 L 1 と前記正レンズ成分 L 2 との間隔が著しく大きくなってしまふ。このため、空気レンズの収差補正効果が著しく減少し、特に各焦点距離における球面収差の変動を抑えることが困難になる。さらに好ましくは、条件式(5)の上

限値を 5 以下に設定すると、球面収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式 (5) の上限値を 3 以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。逆に、条件式 (5) の下限値を下回る場合、前記レンズ成分 L1 と前記正レンズ成分 L2 との間隔が著しく小さくなる。このため、空気レンズの収差補正効果が著しく減少し、上限を上回る場合と同様、結果的に各焦点距離における球面収差の変動を抑えることが困難になる。また、条件式 (5) の下限値を 0.3 以上に設定すると、球面収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式 (5) の下限値を 0.4 以上に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0027】条件式 (6) は、前記接合正レンズ成分 L2 と前記正レンズ成分 L3 との間の空気間隔の光軸上の厚さと、正レンズ成分 L3 と前記負レンズ成分 L4 との間の空気レンズの厚さの適切な比を規定している。条件式 (6) の上限値を上回る場合、前記接合正レンズ成分 L2 と前記正レンズ成分 L3 との間隔が著しく大きくなるか、または正レンズ成分 L3 と前記負レンズ成分 L4 との間の空気レンズの厚さが著しく小さくなってしまふ。前者の場合、レンズ群 Gm の総厚が著しく大きくなり、コンパクト化の要請に反し好ましくない。また、後者の場合、空気レンズが著しく薄くなり、空気レンズの収差補正効果が減少し、軸外収差の補正が困難になり好ましくない。さらに好ましくは、条件式 (6) の上限値を 3 以下、さらに 1 以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。逆に、条件式 (6) の下限値を下回る場合、前記接合正レンズ成分 L2 と前記正レンズ成分 L3 との間隔が著しく小さくなるか、または前記正レンズ成分 L3 と負レンズ成分 L4 との間の空気レンズの厚みが著しく大きくなってしまふ。このことは、上限を上回る場合と同様に、空気レンズの収差補正効果が減少し、結果的に上方コマ収差、倍率色収差をはじめとする軸外諸収差の補正が困難になる。また、条件式 (6) の下限値を 0.02 以上、さらに 0.03 以上に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0028】

【実施例】以下に添付図面に基いて本発明の実施の形態にかかるズームレンズを説明する。

【0029】(第 1 実施例) 図 1 は本発明の第 1 実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と広角端から望遠端にいたる各レンズ群の移動軌跡を示す図である。第 1 実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正の屈

折力を有する第 1 レンズ群 G1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 Gm の正・負・正・正の 4 つのレンズ群から構成されている。

【0030】第 1 レンズ群 G1 は物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合よりなる接合正レンズ L11、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L12 より構成され、第 2 レンズ群 G2 は物体側から、物体側に非球面を有し、樹脂とガラス部材の複合からなる負メニスカスレンズ L21、両凹レンズ L22、両凸レンズ L23、両凹レンズと両凸レンズとの接合により成り物体側に凹面を向けた接合負メニスカスレンズ L24 より構成され、第 3 レンズ群 G3 は物体側から、開口絞り S、両凸レンズ L31、両凸レンズと両凹レンズとの接合より成る接合正レンズ L32 より構成され、第 4 レンズ群 Gm は物体側から、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合よりなる接合正レンズ L2、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L3、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L4 より構成されている。

【0031】変倍は広角端から望遠端に向かって、第 1 レンズ群 G1 と第 2 レンズ群 G2 との間の空気間隔が拡大し、第 2 レンズ群 G2 と第 3 レンズ群 G3 との間の空気間隔が縮小し、第 3 レンズ群 G3 と第 4 レンズ群 Gm との間の空気間隔が縮小するように全レンズ群を独立して移動することによって行なう。また、近距離合焦は第 2 レンズ群 G2 を物体方向に移動して行なう。

【0032】以下の表 1 に第 1 実施例にかかるズームレンズの諸元値を示す。表において、面番号は物体側から数えたレンズ面の番号、r は曲率半径、d は面間隔、n d は d 線 ($\lambda = 587.56 \text{ nm}$) に対する屈折率、v d はアッベ数である。また、f は焦点距離、FNO は F ナンバー、 2ω は画角、Bf はバックフォーカスをそれぞれ示している。

【0033】また、非球面は、光軸から垂直方向の高さ y における各非球面の頂点の接平面から光軸方向に沿った距離 (サグ量) を S (y) とし、基準曲率半径を R、円錐係数を k、n 次の非球面係数を Cn とするとき、以下の非球面式で与えられるものとする。

【0034】

【数 1】

$$S(y) = (y^2/R) / [1 + (1 - k \cdot y^2/R^2)^{1/2}] + \\ C3 \cdot |y|^3 + C4 \cdot y^4 + C5 \cdot |y|^5 + C6 \cdot y^6 + \\ C7 \cdot |y|^7 + C8 \cdot y^8 + C9 \cdot |y|^9 + C10 \cdot y^{10} + \\ C12 \cdot y^{12} + C14 \cdot y^{14}$$

【0035】表中のレンズデータにおいて、非球面には

*印を付してあり、曲率半径 r には近軸曲率半径を掲げ

る。また、以下のすべての実施例において、諸元値、非球面式などは第1実施例と同様のものを用いる。

【0036】

【表1】

$f = 29 \sim 102 \text{ mm}$

$FNO = 3.58 \sim 4.57$

$2\omega = 75.1 \sim 23.6^\circ$

(レンズデータ)

面番号	r	d	nd	vd
1	64.59733	1.60000	1.860741	23.01
2	43.93468	7.00000	1.603001	65.42
3	133.25217	0.10000	1.000000	
4	44.96142	6.00000	1.620409	60.14
5	138.36050	D5	1.000000	
*6	359.22497	0.05000	1.495210	56.34
7	80.00000	1.60000	1.840421	43.35
8	13.94783	5.00000	1.000000	
9	-50.56575	1.00000	1.796681	45.37
10	40.83988	0.50000	1.000000	
11	27.38145	4.00000	1.688930	31.08
12	-39.38317	1.60000	1.000000	
13	-16.51500	1.10000	1.772789	49.45
14	336.30779	2.35000	1.804581	25.50
15	-35.86929	D15	1.000000	
16 (開口絞り)	1.25000	1.000000		
17	96.46656	3.20000	1.612720	58.54
18	-50.68213	0.10000	1.000000	
19	33.10808	6.00000	1.620409	60.14
20	-23.70721	1.50000	1.834000	37.35
21	138.45459	D21	1.000000	
22	15.04790	3.20000	1.603001	65.42
23	17.07072	1.30000	1.000000	
24	27.02352	1.85000	1.796681	45.37
25	11.88653	8.50000	1.516800	64.10
26	-39.19592	1.00000	1.000000	
27	-92.62640	6.00000	1.487490	70.41
28	-19.29532	1.20000	1.000000	
29	-14.89949	1.50000	1.796681	45.37
30	-34.25972	BF	1.000000	

(非球面係数)

第6面

$\kappa \quad 400.000$

$C3 \quad -0.24560 \times 10^{-4}$

$C4 \quad 2.81770 \times 10^{-5}$

$C5 \quad 0.65534 \times 10^{-6}$

$C6 \quad -1.18080 \times 10^{-7}$

$C7 \quad -0.89550 \times 10^{-9}$

$C8 \quad 5.09810 \times 10^{-10}$

$C9 \quad 0.0$

$C10 \quad -1.0874 \times 10^{-12}$

$C12 \quad 0.31692 \times 10^{-14}$

$C14 \quad 0.0$

F	29.00000	50.00000	102.00000	
D0	0.0000	0.0000	0.0000	
D5	1.82043	12.60993	29.69067	
D15	11.73242	5.99633	0.87257	
D21	5.79309	2.61711	0.82545	
BF	37.94289	51.71070	63.53376	
β	-0.03333	-0.03333	-0.03333	
D0	818.4666	1411.8082	2817.2270	
D5	1.31685	12.14048	28.95724	
D15	12.23600	6.46578	1.60600	
D21	5.79309	2.61711	0.82545	
BF	37.94948	51.71726	63.54029	
β	-0.06945	-0.11481	-0.19148	-0.50000
D0	367.3112	351.6660	329.6774	44.8350
D5	0.78191	11.03629	26.00578	21.58877
D15	12.77094	7.56997	4.55746	8.97447
D21	5.79309	2.61711	0.82545	0.82545
BF	37.97169	51.78941	63.75280	65.09963
(条件対応値)				
(1)	$(Rb-Ra) / (Rb+Ra)$		0.2257	
(2)	$(Ra-Rl) / (Ra+Rl)$		0.06298	
(3)	$(Rd-Rc) / (Rd+Rc)$		-0.1286	
(5)	$d12/d34$		1.083	
(6)	$d23/d34$		0.8333	

【0037】図2乃至図4は第1実施例にかかるズームレンズの諸収差を示す図である。図中、FNOはFナンバー、Yは像高、d、gはそれぞれd線、g線の収差曲線であることを示している。また、非点収差図において、実線はサジタル像面、点線はメリジオナル像面を示している。以下、すべての実施例の収差図において第1実施例と同様の符号を用いる。

【0038】図2は、広角端での無限遠合焦時の収差図である。大画角まで十分カバーし、良好に収差補正が成されていることがわかる。図3は、中間焦点距離での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。図4は、望遠端での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。

【0039】(第2実施例)図5は本発明の第2実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と広角端から望遠端にいたる各レンズ群の移動軌跡を示す図である。第2実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群Gmの正・負・正の4つの群から構成されている。

【0040】第1レンズ群G1は物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合よりなる接合正レンズL11と、物体側に凸面

を向けた正メニスカスレンズL12より構成され、第2レンズ群G2は物体側から、物体側に非球面を有する負メニスカスレンズL21、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL22、両凸レンズL23、両凹レンズと両凸レンズとの接合により成り物体側に凹面を向けた接合負メニスカスレンズL24より構成され、第3レンズ群G3は物体側から、開口絞りS、両凸レンズL31、両凸レンズと両凹レンズとの接合より成る接合正レンズL32より構成され、第4レンズ群Gmは物体側から、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合より成る接合正レンズL2、両凸レンズL3、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL4より構成されている。変倍は広角端から望遠端に向かって、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G3と第4レンズ群Gmとの間の空気間隔が縮小するように全レンズ群を独立して移動することによって行なう。また、近距離合焦は第2レンズ群G2を物体方向に移動して行なう。

【0041】表2に第2実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【0042】

【表2】

$$f = 29 \sim 102 \text{ mm}$$

FNO=3. 6~4. 57
 $2\omega=75.9\sim23.7$ 度
 (レンズデータ)

面番号	r	d	nd	vd
1	70.0252	1.60000	1.860741	23.01
2	44.6811	6.50000	1.651599	58.50
3	131.7460	0.10000	1.000000	
4	47.4730	5.5000	1.696800	55.60
5	136.3218	D5	1.000000	
*6	683.5968	1.6000	1.840421	43.35
7	16.8087	4.7000	1.000000	
8	482.9798	1.3000	1.796681	45.37
9	24.8354	3.0000	1.000000	
10	27.0282	4.0000	1.749501	35.19
11	-300.2163	3.5000	1.000000	
12	-22.7363	1.2000	1.748099	52.30
13	48.8582	3.0000	1.730378	25.48
14	-53.8253	D14	1.000000	
15 (開口絞り)		1.25000	1.000000	
16	42.7427	4.50000	1.612720	58.54
17	-42.0877	0.10000	1.000000	
18	31.6326	6.50000	1.487490	70.41
19	-20.3268	2.00000	1.796310	40.90
20	80.6456	D20	1.000000	
21	16.6185	3.00000	1.516800	64.10
22	22.3030	1.1000	1.000000	
23	36.1986	1.8500	1.796681	45.37
24	13.1109	9.0000	1.516800	64.10
25	-22.0295	0.1000	1.000000	
26	133.9818	3.6500	1.651599	58.50
27	-60.2406	2.4000	1.000000	
28	-17.9678	1.5000	1.840421	43.35
29	-85.7938	BF	1.000000	

(非球面係数)

第6面

κ	999.9990
C3	-0.64104×10^{-5}
C4	1.20800×10^{-5}
C5	-0.90759×10^{-7}
C6	-6.81290×10^{-9}
C7	0.0
C8	-3.10660×10^{-11}
C9	0.0
C10	-3.94870×10^{-14}
C12	0.12689×10^{-14}
C14	-0.31162×10^{-17}

F	29.00000	50.00000	102.00000
D0	0.0000	0.0000	0.0000

D5	1.84796	12.57009	29.69641
D14	11.76638	5.99661	0.89832
D20	5.80368	2.92811	0.89823
BF	37.99779	51.89637	63.65702
β	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	818.6155	1412.2489	2817.7456
D5	1.34438	12.10220	28.96449
D14	12.26996	6.46450	1.63024
D20	5.80368	2.92811	0.89823
BF	38.00437	51.90292	63.66355
β	-0.07025	-0.11625	-0.19346
D0	362.7343	346.7589	325.0000
D5	0.79771	10.98254	25.98488
D14	12.81663	7.58417	4.60985
D20	5.80368	2.92811	0.89823
BF	38.02724	51.97705	63.88065

(条件対応値)

(1) $(Rb - Ra) / (Rb + Ra)$	0. 2 3 7 5
(2) $(Ra - R1) / (Ra + R1)$	0. 1 4 6 0
(3) $(Rd - Rc) / (Rd + Rc)$	-0. 5 4 0 5
(5) $d12 / d34$	0. 4 5 8 3
(6) $d23 / d34$	0. 0 4 1 7 7

【0043】図6乃至図8は第2実施例にかかるズームレンズの諸収差を示す図である。図6は、広角端での無限遠合焦時の収差図である。大画角まで十分カバーし、良好に収差補正が成されていることがわかる。図7は、中間焦点距離での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。図8は、望遠端での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されている。

【0044】(第3実施例)図9は本発明の第3実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と広角端から望遠端にいたる各レンズ群の移動軌跡を示す図である。第3実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群Gmの正・負・正・正の4つの群から構成されている。第1レンズ群G1は物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合より成る接合正レンズL11、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12より構成され、第2レンズ群G2は物体側から、物体側に非球面を有する負メニスカスレンズL21、両凹レンズL22、両凸レンズL23、両凹レンズと両凸

レンズとの接合により成り物体側に凹面を向けた接合負メニスカスレンズL24より構成され、第3レンズ群G3は物体側から、開口絞りS、両凸レンズL31、両凸レンズL32、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33より構成され、第4レンズ群Gmは物体側から、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合よりなる接合正レンズL2、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL3、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL4より構成されている。変倍は広角端から望遠端に向かって、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G3と第4レンズ群Gmとの間の空気間隔が縮小するように全レンズ群を独立して移動することによって行なう。また、近距離合焦は第2レンズ群G2を物体方向に移動して行なう。

【0045】以下の表3に第3実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【0046】

【表3】

$f = 29 \sim 102 \text{ mm}$				
$FNO = 3.59 \sim 4.58$				
$2\omega = 76.0 \sim 23.6 \text{ 度}$				
(レンズデータ)				
面番号	r	d	nd	vd
1	61.6837	1.60000	1.860741	23.01

(10)

特開平 1 1 - 1 4 2 7 3 9

2	42.6724	6.8000	1.603001	65.42
3	117.6461	0.10000	1.000000	
4	46.9253	6.00000	1.640000	160.03
5	153.4126	D5	1.000000	
*6	694.9919	1.6000	1.840421	43.35
7	14.1747	4.5000	1.000000	
8	-91.3789	1.3000	1.796681	45.37
9	42.2384	0.1000	1.000000	
10	24.2192	4.5000	1.688930	31.08
11	-46.7480	1.5000	1.000000	
12	-16.7776	1.2000	1.772789	49.45
13	125.0596	2.5000	1.730378	25.48
14	-38.9897	D14	1.000000	
15 (開口絞り)	1.2500	1.000000		
16	228.7356	3.7000	1.603001	65.42
17	-48.3863	0.1000	1.000000	
18	34.5517	7.5032	1.603001	65.42
19	-28.5730	0.4000	1.000000	
20	-26.1399	2.0000	1.834000	37.35
21	-2845.3881	D21	1.000000	
22	15.5623	4.0000	1.516800	64.10
23	19.6245	1.2000	1.000000	
24	28.8033	1.8500	1.796681	45.37
25	11.7158	9.0000	1.516800	64.10
26	-24.8963	0.1000	1.000000	
27	-128.2692	3.0000	1.516800	64.10
28	-55.1530	2.5781	1.000000	
29	-16.1444	1.5000	1.840421	43.35
30	-29.6735	BF	1.000000	

(非球面係数)

第 6 面

κ	1 4 3 1 . 8 0 6 6
C 3	-0. 6 4 0 9 7 $\times 10^{-5}$
C 4	1. 9 1 4 0 6 $\times 10^{-5}$
C 5	0. 4 5 5 0 6 $\times 10^{-7}$
C 6	-2. 1 8 3 1 2 $\times 10^{-8}$
C 7	-0. 2 9 0 5 4 $\times 10^{-9}$
C 8	4. 0 9 0 2 8 $\times 10^{-11}$
C 9	0. 0
C 1 0	2. 0 4 0 0 8 $\times 10^{-13}$
C 1 2	0. 3 5 9 4 0 $\times 10^{-15}$
C 1 4	0. 0

F	29.00000	50.00000	102.00000
D0	0.0000	0.0000	0.0000
D5	1.83307	12.59655	29.68152
D14	11.76164	6.01788	0.89358
D21	5.80745	2.67012	0.90200
BF	38.03070	51.83498	63.68994
β	-0.03333	-0.03333	-0.03333

D0	818.6609	1412.1145	2817.7910
D5	1.32949	12.12771	28.94960
D14	12.26522	6.48673	1.62550
D21	5.80745	2.67012	0.90200
BF	38.03724	51.8416	63.69642
β	-0.06969	-0.11524	-0.19218
D0	366.0620	350.3753	328.3277
D5	0.79099	11.01925	25.99136
D14	12.80372	7.59519	4.58374
D21	5.80745	2.67012	0.90200
BF	38.05945	51.91362	63.90880

(条件対応値)

(1)	$(Rb - Ra) / (Rb + Ra)$	0.1896
(2)	$(Ra - R1) / (Ra + R1)$	0.1154
(3)	$(Rd - Rc) / (Rd + Rc)$	-0.5471
(5)	$d12 / d34$	0.4655
(6)	$d23 / d34$	0.03879

【0047】図10乃至図12は第3実施例にかかるズームレンズの諸収差を示す図である。図10は、広角端での無限遠合焦時の収差図である。大画角まで十分カバーし、良好に収差補正が成されていることがわかる。図11は、中間焦点距離での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。図12は、望遠端での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と移動軌跡を示す図である。

【図2】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの広角端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図3】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図4】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの望遠端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図5】本発明の第2実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と移動軌跡を示す図である。

【図6】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの広角端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図7】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図8】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの望遠端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図9】本発明の第3実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と移動軌跡を示す図である。

【図10】本発明の第3実施例にかかるズームレンズの広角端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

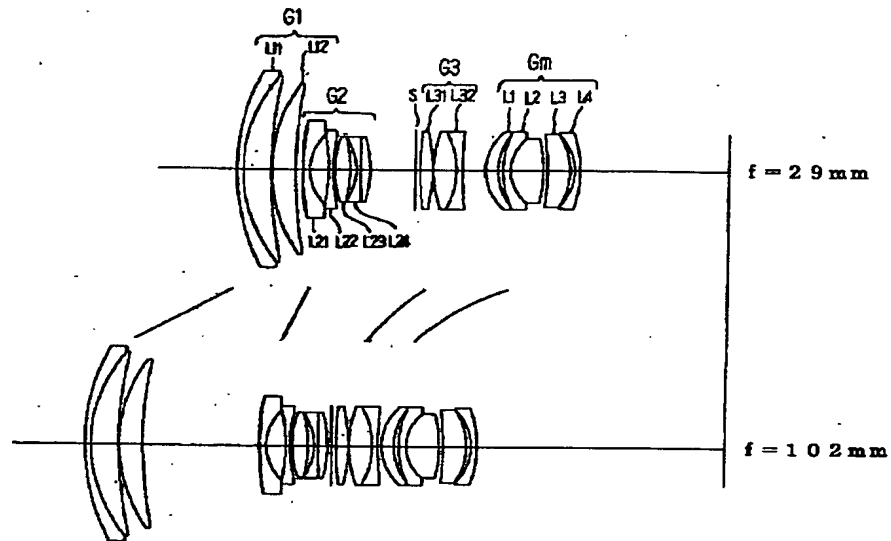
【図11】本発明の第3実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図12】本発明の第3実施例にかかるズームレンズの望遠端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

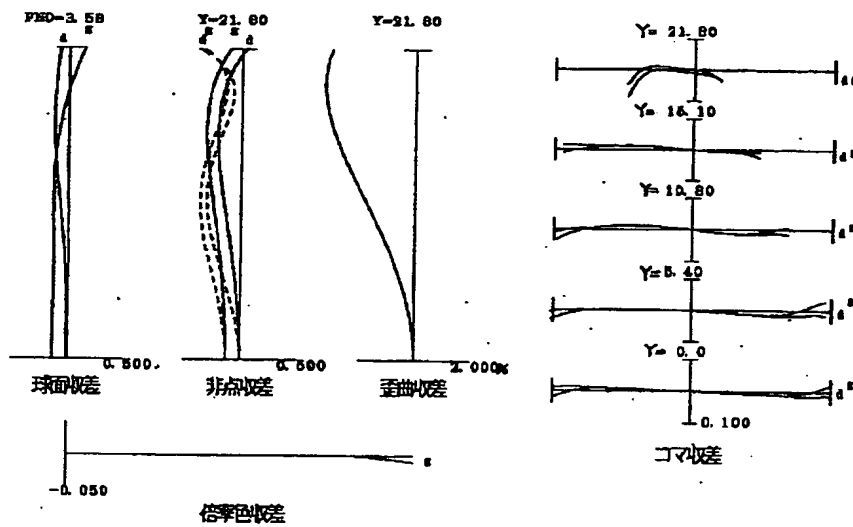
【符号の説明】

- G1 第1レンズ群
- G2 第2レンズ群
- G3 第3レンズ群
- Gm 第4レンズ群（マスターレンズ群）
- S 開口絞り
- A 固定絞り

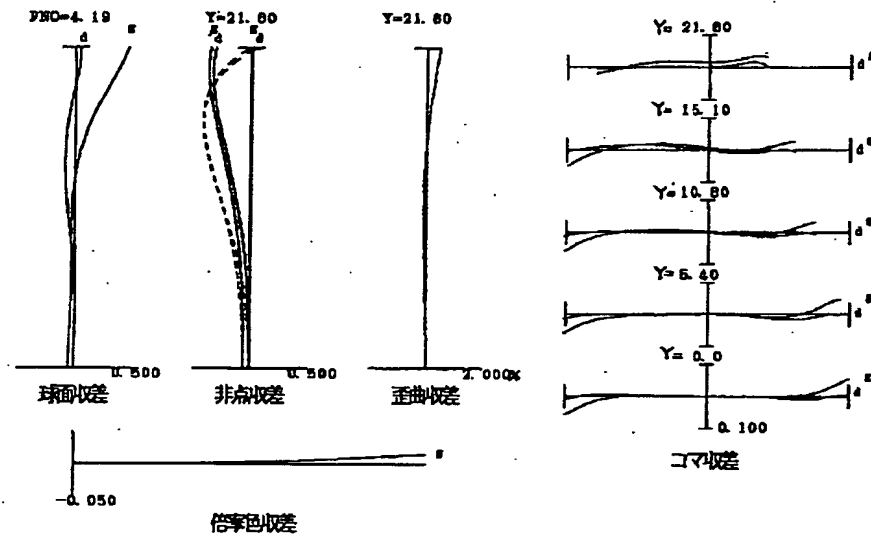
【図 1】



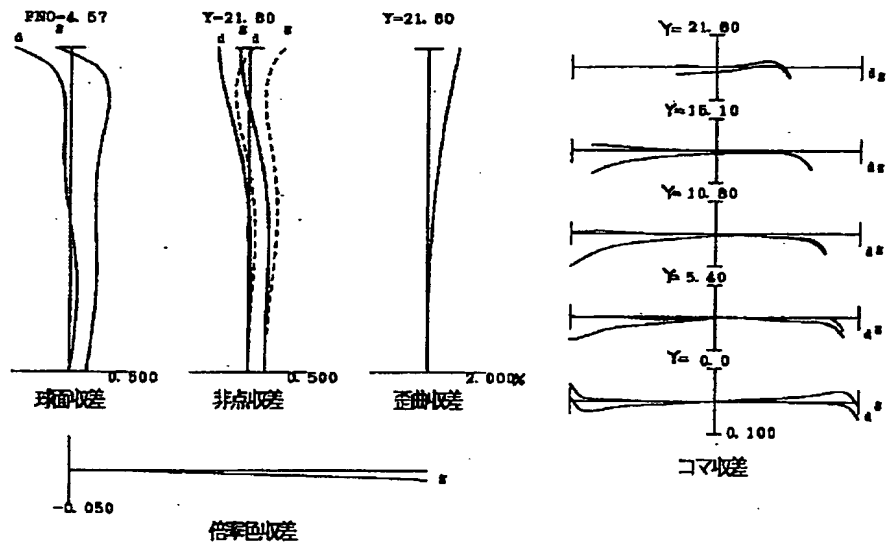
【図 2】



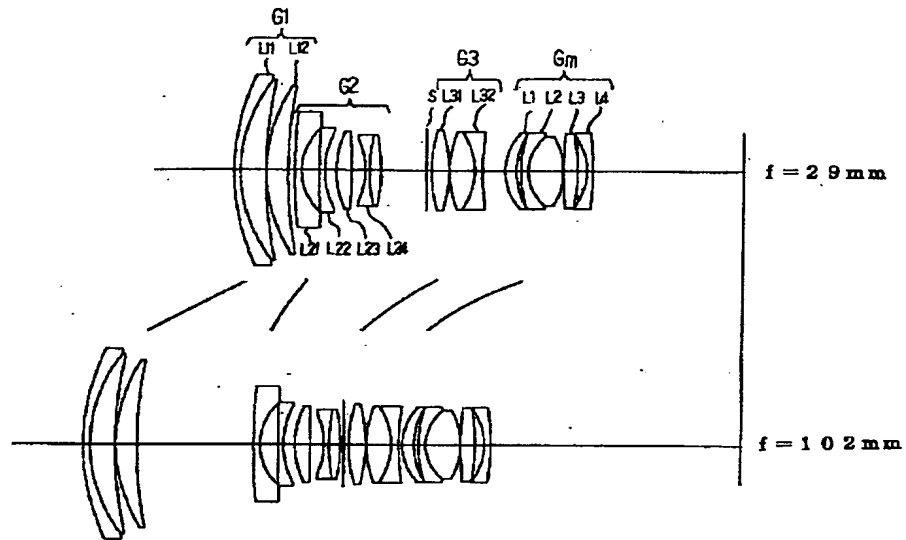
【図3】



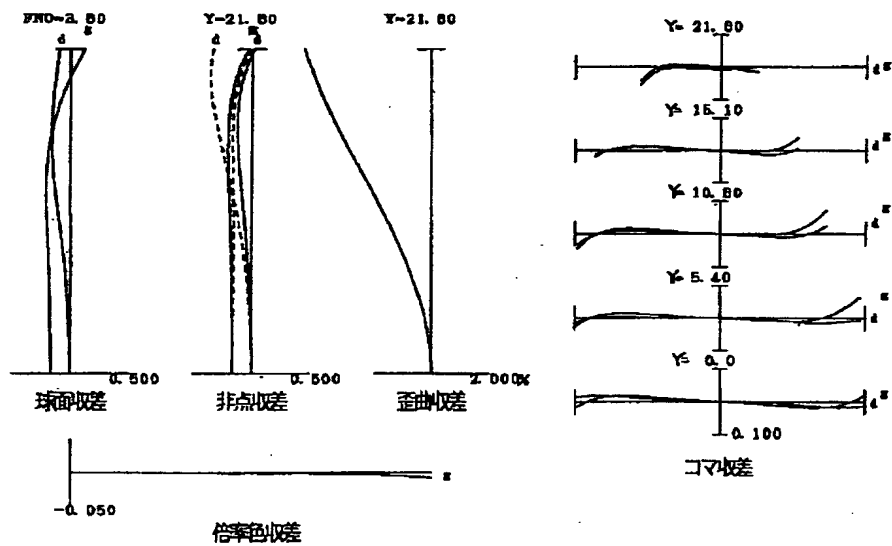
【図4】



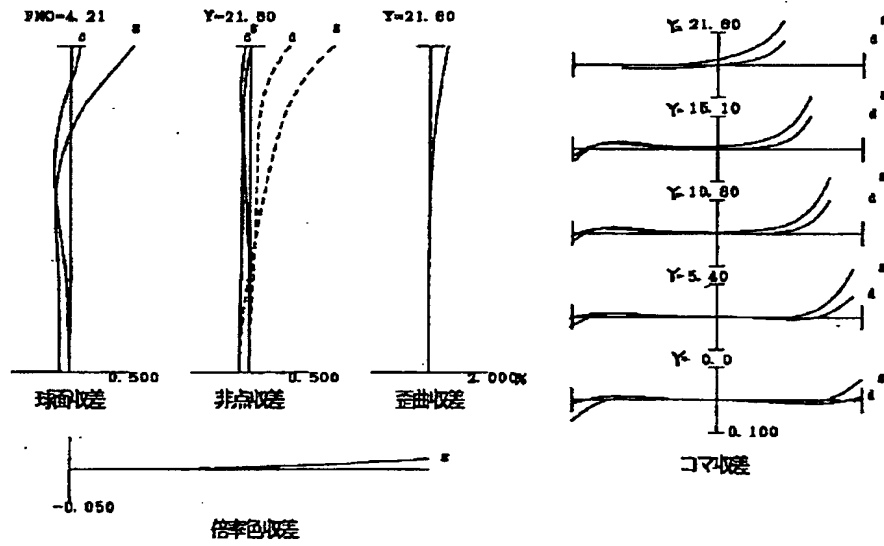
【図5】



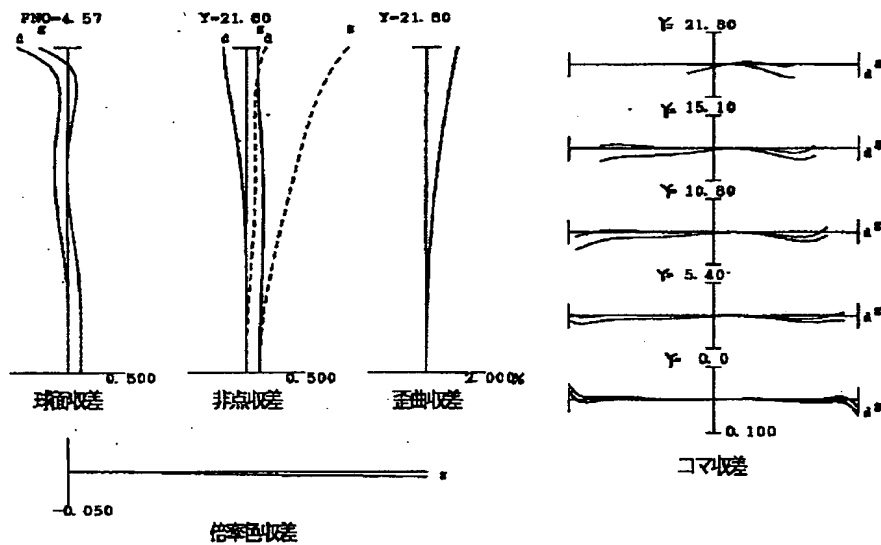
【図6】



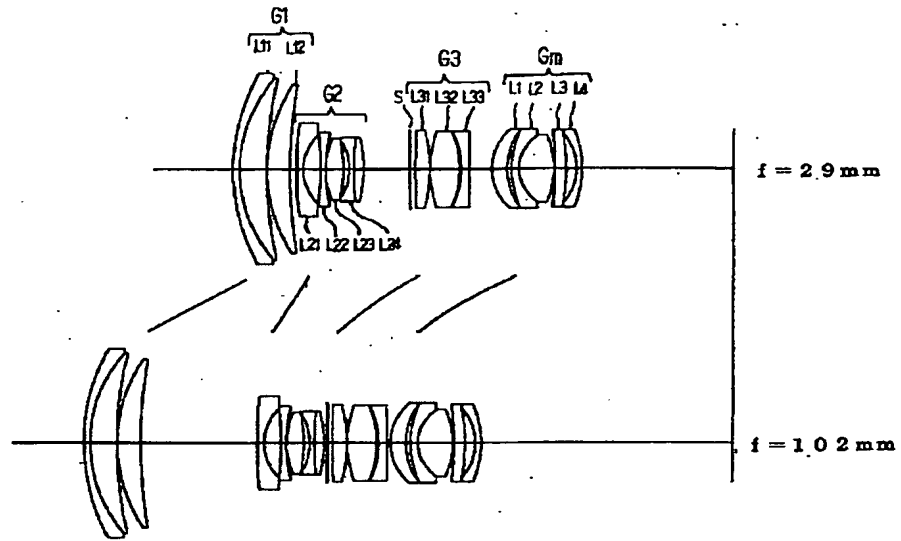
【図 7】



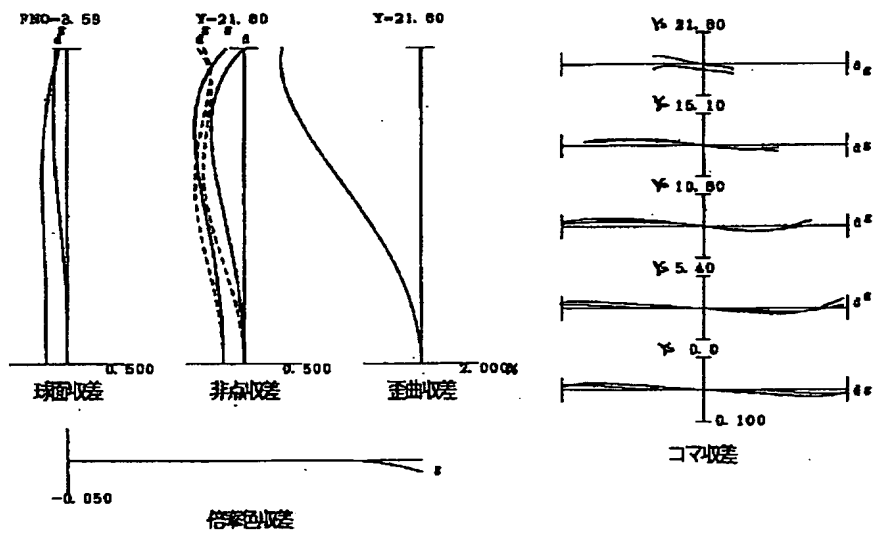
【図 8】



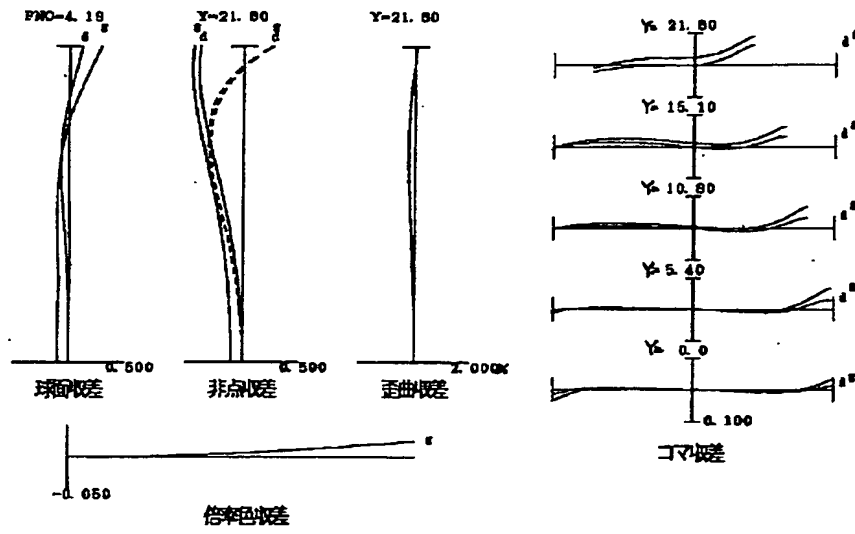
【図 9】



【図 10】



【図11】



【図12】

